

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI05/050081

International filing date: 15 March 2005 (15.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI  
Number: 20045075  
Filing date: 15 March 2004 (15.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 June 2005 (03.06.2005)

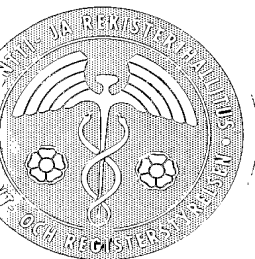
Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

Helsinki 17.5.2005

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Wärtsilä Finland Oy  
Vaasa

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20045075

Tekemispäivä  
Filing date

15.03.2004

Kansainvälinen luokka  
International class

F02D

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Adaptiivinen kuormantasausjärjestelmä"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings, originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kaupp- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1142/2004 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1142/2004 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500  
FI-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328  
Telefax: + 358 9 6939 5328

## Adaptiivinen kuormantasaajajärjestelmä

### Tekniikan ala

- 5 Keksintö koskee polttomoottoria, jossa on useampi sylinteri aikaansaamaan tarvittava energia, jota käytetään moottorin suorittamaan työhön. Erityisesti keksintö koskee polttomoottorin säätöjärjestelmiä.

### Tekniikan taso

- 10 Polttomoottoreissa, lukuunottamatta pienempiä malleja, on useita sylinterejä, joissa polttoaineen palamisreaktiosta vapautuva energia muutetaan mekaaniseen muotoon. Mekaaniseen muotoon muutettu energia käytetään polttomoottorin tekemään työhön, kuten laiva potkurin pyörittämiseen. Suoritettua/suoritettavaa työtä kutsutaan myös kuormaksi. Jokainen sylinteri siis omalla mekaanisen energian tuotannollaan osasta moottorin kuormasta. Sylinterin sekä moottorin kokonaistuotosta kuvataan  
15 yleisesti tehona.

- On tunnettua, että moottorin kuorma jaetaan tasan sylinterien kesken. Esimerkiksi jos moottorissa on 8 sylinteriä, jokainen sylinteri hoitaa 1/8 -osan kokonaiskuormasta. Käytännössä kuorman jako sylinterien kesken ei kuitenkaan ole täysin tasan, sillä sylinterien välillä löytyy eroja. Erot johtuvat valmistustoleransseista ja asennuksessa  
20 syntyvistä pienistä eroista. Sylinterien välillä on siis eroja esimerkiksi lämpötiloissa sekä polttoaineen ja ilman virtauksissa. Kun moottoria koekäytetään, nämä erot otetaan huomioon asetettaessa manuaalisesti jokaiselle sylinterille toiminta-asetukset. Moottorin kulumisen käytössä voi muuttaa tilannetta sylinterien välisen kuorman jaossa, jolloin joudutaan tarpeen mukaan uusimaan manuaalinen sylinterien toiminta-  
25 asetusten laittaminen. Kuormien jaolla moottori saadaan toimimaan mahdollisimman optimaalisella toiminta-alueella.

Moottorin kuormitus ei välttämättä pysy samana moottorin koko käyttöaikana. Laivaa esimerkiksi ajetaan hitaammin satama-alueella kuin avomerellä. Moottorissa onkin erilaisia säätöpiirejä, joiden tarkoitus on ohjata moottoria toimimaan halutulla ta-

2004-03-12

- valla. Esimerkiksi moottorin kuorman muuttuessa muutetaan kuhunkin sylinteriin virtaavan polttoaineen määrää. Jotta moottori toimisi halutussa tilassa, ottaen huomioon muun muassa ympäristön kuormituksen, mitataan pakokaasun lämpötila, jonka perusteella säädetään pienillä tehoilla sylinterikohtaista ruiskutuksen kestoa. Sylinterin
- 5 nakutusta (erityisesti ottomoottoreiden piirre) ja sytytyskatkoksia pyritään välttämään. Toisin sanoen erilaisten säätöpiirien yhteistoiminnalla moottoria pyritään pitämään reunaehdot huomioiden mahdollisimman optimaalisessa toiminta-tilassa. Reunaehdoista, kuten kuorman jaosta sylintereille, johtuen moottori ei kuitenkaan välttämättä toimi parhaalla mahdollisella toiminta-alueella.
- 10 Kuten edellä mainittiin, tunnetun tekniikan ongelmana on, että kuorman jako sylinterien kesken joudutaan tekemään manuaalisesti. Erityisesti silloin kun moottori nakuttaa, kuorman jako on ongelmallista. Olemassaoleva kuormantasaus muodostaa reunaehdon moottorin säätöpiireille, joten ne eivät pysty poistamaan tätä ongelmaa. Manuaalinen kuormantasaus vaatii huoltomiehen käyntiä, joten moottorin täytyy ennen
- 15 huoltokäyntiä toimia olemassaolevilla kuormantasausarvoilla, mikä muodostaa ylimääräisen rasituksen moottorille.

Keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä mainittu ongelma. Tarkoitus saavutetaan vaatimuksissa esitetyin keinoin.

## 20 Keksinnön lyhyt kuvaus

- Keksinnön ajatuksena on käyttää sylinterien nakutuksen seurantaa kuorman jakamiseksi automaattisesti moottorin sylinterien kesken. Globaalia (ruiskutuksen kaikille sylintereille yhteinen polttoaineensyöttö) kestoa säädetään tunnetun tekniikan mukaan moottorin nopeus/tehosäätimen avulla. Nopeus/tehosäädin muodostaa perusohjauksen sylinterien globaalille polttoainemäärälle. Nopeus/tehosäädön perusteella muuttuvan peruspolttoainemäärän lisäksi sylinteriin tulevan polttoaineen määrään vaikuttaa sylinterikohtainen säätökerroin. Keksinnön mukaan sylinterikohtainen säätökerroin adaptoituu moottoria käyttöön otettaessa. Tällä kertoimella otetaan huomioon sylinterien väliset erot.
- 25

2004-03-12

Kun yksittäinen sylinteri nakuttaa jatkuvasti, pyrkii sylinterin nakutuksenestosäättö vähentämään sylinteriin tulevan polttoaineen määrää väliaikaisesti. Suoritettu polttoaineen määrän vähennys laskee samalla sylinteristä saatavan tehon määrää, joka vuorostaan vähentää moottorista saatavan kokonaistehon määrää. Tämä kokonaistehomäärän lasku kompensoidaan lisäämällä kaikkiin sylintereihin virtaavan polttoaineen määrää, jolloin kyseiset sylinterit aikaansaavat suuremman kokonaistehon. Tämä säättö tapahtuu moottorin nopeus/tehosäätimen toimesta. Nakuttavaan sylinteriin tehty polttoaineen vähentäminen (polttoaineen ruiskutuksenkeston vähentäminen) palautetaan vähitellen takaisin alkuperäiseen arvoonsa. Jotta nakuttava sylinteri ei nakuttaisi jatkuvasti, täytyy nakuttavan sylinterin sylinterikohtaista säätökerrointa muuttaa pysyvästi niin, että jatkuva nakutus pyritään eliminoimaan.

Tämä tarkoittaa sitä, että nakutussäädön muuttama säätökerroin asetetaan uudeksi pysyväksi sylinterin säätökertoimeksi. Kun sylinteriin tulevan polttoaineen määrää (polttoaineen ruiskutuksenkestoa) on vähennetty väliaikaisesti määritellyllä aikavälillä (aikaikkuna) tarpeeksi monta kertaa, muutetaan asetus pysyväksi. Säädön aikaansaamat moottorin uudet toiminta-arvot, eli sylinterikohtaiset säätökertoimet, tallennetaan muistiin, ja niitä käytetään myös uusina referenssiarvoina eli asetusarvoina. Moottori on siis adaptoitunut uusiin olosuhteisiin.

20

### Kuvioluettelo

Seuraavassa keksintöä kuvataan yksityiskohtaisemmin oheisten piirustusten kuvien avulla, joissa

25

- |         |  |
|---------|--|
| Kuvio 1 | kuvaa esimerkkiä nakutuksen marginaalista, jota käytetään estämään nakutus,                              |
| Kuvio 2 | kuvaa yksinkertaista esimerkkiä sylinterin kannesta ja sylinterikohtaisesta nakutuksenestosäätöpiiristä, |
| Kuvio 3 | kuvaa yksinkertaista esimerkkiä keksinnön mukaisesta moottorin säätöpiiristä,                            |

2004-03-12

- Kuvio 4            kuvaa esimerkkikaaviota, jossa havainnollistetaan keksinnön mukaista sylinterien välistä kuorman jakoa ja
- Kuvio 5            kuvaa vuokaavioesimerkkiä keksinnöllisestä menetelmästä.

## 5    Keksinnön kuvaus

- Jotta keksinnön toimintaa voidaan hahmottaa paremmin, on syytä kuvata tarkemmin jo sinällänsä tunnettua sylinterikohtaista nakutuksenestösäätöä. Nakutuksenestösäädöllä pyritään poistamaan sylinterissä tapahtuva nakutustilanne, eli ennen aikainen polttoaineen syttyminen. Tässä tekstissä esitetyt esimerkit kuvaavat sekä kaa-
- 10    sulla että polttoöljyllä toimivaa polttomoottoria, mutta keksintöä voidaan käyttää myös muissa ottomoottoreissa.

- Kuvio 1 kuvaa esimerkkiä diagrammista, jossa esitetään sylinterin toiminta-alue ilma-polttoaine –suhteen ja sytytyksen ajoituksen muuttujina. Polttoaineena on tässä esimerkissä kaasua. Nakuttava alue on yhtenäisen viivan 1 yläpuolella. Yhtenäistä viivaa 1 kuvataan nakutusrajaksi. Sylinterin toiminta-arvot on asetettu katkoviivalle 2. Nakutusrajan 1 ja katkoviivan välistä sytytysajoituksen eroa jollakin ilma-polttoaine –suhteella kutsutaan nakutusmarginaaliksi M. Nakutusmarginaalilla pyritään estämään sylinterin nakutustilanne. Nakutusrajoja voi olla myös useampikin – yleensä kaksi kappaletta, jolloin ensimmäinen raja on tarkoitettu estämään sylinterin kevyt nakutus ja toinen raja estämään sylinterin raskas nakutus.
- 15    20

- Jos sylinteri alkaa jostain syystä nakuttaa, vähennetään polttoaineen virtausta sylinteriin eli sylinterin polttoainemäärää, jolloin ilma-polttoaine –suhde kasvaa. Sylinterin toimintapiste siis siirtyy kuviolla 1 oikealle eli pois päin nakutusrajasta. Samalla nakutusmarginaali kasvaa. Kun sylinteri lakkaa nakuttamasta voidaan palata takaisin normaaliin ilma-polttoaine –suhteeseen eli katkoviivalle 2.
- 25

- Kuvio 2 kuvaa yksinkertaistettua esimerkkiä tunnetusta sylinterin kannesta 21. Sylinteriin tuleva ilma virtaa sylinteriin ilmanakanavan 22 kautta. Kanavaan ruiskutetaan myös polttoaine polttoainekanavan 27 kautta. Polttoaine johdetaan kaasusäiliöstä 24 putkistoa 25 pitkin kaasuntuloventtiilille 26, joka päästää kaasun polttoainekanavaan 27. Ilma-polttoaine –seos pääsee sylinterin kammioon venttiilin 23 kautta sen ollessa
- 30

2004-03-12

- auki. Kuvio esittää myös sylinterikohtaisen säätöpiirin, jolla säädetään sylinterin polttoainemäärää ja siis myös estetään muun muassa sylinterin nakutustilanteet. Sylinterin kammiosta mitataan esimerkiksi painetta tai tärinää tarkoitukseen sopivalla anturilla 29 (paineanturi tai kiihtyvyyssanturi tärinän havaitsemiseen). Mittaustieto siirretään säätöpiirin säätöelimelle 28, jossa muodostetaan ja lähetetään mittaustiedon perusteella ohjauskomento sylinterin kaasuntuloventtiilille 26. Ohjauskomennon perusteella kaasuntuloventtiili päästää halutun määrän kaasua virtaamaan polttoainekanavan 27 kautta ilmakehään. Lisäksi kuvio 2 esittää ruiskutuselimet 210 polttoöljyä varten.
- 10 Kuvio 3 kuvaa yksinkertaista esimerkkiä keksinnön mukaisesta moottorin säätöpiiristä. Moottorin kukin sylinteri 31, 32, 33 käsittää sylinterikohtaisen säädön (käsittäen nakutuksenestossäädön), joko on esitetty kuvioissa 2. Tässä keksinnön toteutusmuodossa sylinterikohtainen säätö toimii niin, että moottorin nakuttaessa kevyesti, pyritään välttämään nakutuksen muuttuminen pahemmaksi, eli pyritään välttämään
- 15 raskas nakutus. Sylinteriin tulevan polttoaineen määrää vähennetään 1%:lla normaalitilanteen polttoainemäärästä joka viides sekunti kunnes nakutus lakkaa. Tällöin ilma-  
polttoaine –seossuhde kasvaa ja sylinterin toimintapiste siirtyy pois päin nakuttavasta alueesta tarkasteltaessa tilannetta kuvion 1 mukaisesta diagrammista. Maksimisiiirtymä on 4%:a normaalitilanteen polttoainemäärästä, joka voidaan siis saavuttaa 20 sekunnin kuluttua nakutuksen alkamisesta. Nakutuksen lakattua sylinteri pyritään ohjaamaan normaalitilan polttoainemäärään lisäämällä polttoainemäärää 1%:lla joka 7 sekunti. Jos moottori siis toimii -4%:n polttoainemäärällä, voi se nopeimmillaan palata normaalitilaan 28 sekunnissa. Säätöpiirin normaalitilan ohjausta kutsutaan referenssiarvo-ohjaukseksi. Jos sylinteri nakuttaa raskaasti kahta eri polttoainetta käyttävässä moottorissa, niin silloin siirrytään käyttämään polttoöljyä kaasun sijasta.
- 25

- Kuten edellä mainittiin tunnetun tekniikan ratkaisuissa sylinterikohtainen nakutuksenestossäätö muuttaa samalla myös kuorman jaon sylinterien välillä epätasaiseksi, jolloin moottori toimii epäedullisella toiminta-alueella. Moottori toimii huonommalla hyötysuhteella, ja siihen kohdistuu ylimääräisiä rasituksia. Sylinterikohtaiset referenssiarvot täytyisi asettaa manuaalisesti uusiin toiminta-arvoihin, jotta moottorin kuorman
- 30

2004-03-12

jako saataisiin jälleen kohdalleen. Tämä on erityisesti ongelma, jos yksi tai useampi sylinteri nakuttaa jatkuvasti.

5 Keksinnön mukaisessa ratkaisussa sylinterin tai sylinterien jatkuva nakutus otetaan huomioon, kun moottori tasapainottaa kuormituksen sylinterien kesken automaattisesti uusiin toiminta-arvoihin (eli uusiin sylinterikohtaisiin säätöarvoihin), jotka otetaan moottorin uusiksi asetusarvoiksi. Jos sylinterissä tapahtuu kevyen nakutuksen pahenemista vähintään 20 kertaa puolen tunnin sisällä (nakutus voi siis pyrkiä myös vähenemään puolen tunnin sisällä), vähennetään sylinteriin tulevan polttoaineen määrää pysyvästi. Tämä tarkoittaa käytännössä esimerkiksi sitä, että sylinterin 10 normaalitilan polttoainemäärää vähennetään pysyvästi 1%:lla tai useammalla prosentilla sylinterin säätökertoimella. Uusi polttoainemäärä tai pikemminkin sitä kuvaavat toiminta-arvot tallennetaan muistiin, ja ne korvaavat aikaisemmat referenssiarvot. Tästä eteenpäin sylinteriä ohjataan siis uusilla referenssiarvoilla. Tässä toteutusmuodossa maksimipoikkeama on -10% alkuperäisestä polttoainemäärästä.

15 Sylinterin uudet referenssiarvot vaikuttavat sylinterien väliseen kuorman jakoon. Moottorin kuormitus 35 (kuvio 3) pysyy monesti vakiona nakutuksesta huolimatta, joten moottorin täytyy tuottaa edelleen sama määrä tehoa. Säätöpiiri 28 saa polttoainemäärän perusohjauksen moottorin nopeus/tehosäätimestä 36. Nopeus/tehosäädin 36 voi olla myös yhdistetty kiinteäksi osaksi säätöpiiriin 28. Jos esimerkiksi moottorin 20 yhdelle sylinterille 31 on annettu uudet referenssiarvot, sen tuottama teho P1 vähennee. Kuitenkin sylinterien yhteenlaskettu teho,  $P1 + P2 + Pn$ , täytyy pysyä samana, joten muiden sylinterien tuottamaan tehoa joudutaan kasvattamaan. Säätöpiiriin 28 kuuluva tasapainotusyksikkö 34 hoitaa moottorin kuormituksen jaon eri sylintereille uusilla toiminta-arvoilla.

25 Tasapainotusyksikkö 34 seuraa sylinterikohtaista nakutuksen säätöä. Jos esimerkiksi ensimmäinen koneen sylinteri 31 lähettää mittaustietoa R1 jatkuvasta kevyestä nakutuksesta, eikä sylinterikohtainen säätö ole pystynyt poistamaan tätä, niin silloin tasapainotusyksikkö muuttaa pysyvästi sylinterin 31 toiminta-arvoja. Tämä muutos vaikuttaa sylinterien väliseen tasapainoon muuttamalla sylinterikohtaisten säätöker- 30 toimien suhdetta toisiinsa. Lisäksi muiden sylinterien tulee kompensoida nakuttavan sylinterin aikaansaama tehovajaus. Tämä tilanne ratkaistaan niin, että kaikkien sylin-



2004-03-12

terien säätökertoimia kasvatetaan sopivasti, jolloin sekä kompensoidaan nakuttavan sylinterin tehovajaus että säilytetään sylinterien välinen tasapaino. Näin tasapainotusyksikön 43 aikaansaamat uudet sylinterien toiminta-arvot korvaavat vanhat referenssiarvot. Nopeus/tehosäädin 36 säätää lopulta sylinterien polttoainemäärän kohdalleen. Uudet referenssiarvot lähetetään ohjauksina C1, C2, C3 moottorin sylinterien kaasuntuloventtiileille. Sylinterit 31, 32, 33 lähettävät mittaustietoa R1, R2, R3 normaalisti säätöpiirille.

Kuvio 4 kuvaa esimerkkiä kaaviosta, jossa havainnollistetaan keksinnön mukaista kuorman jakoa sylintereille eli sylinterien tasapainotusta. Tasapainotus perustuu tasapainotusvektorin käyttöön. Tasapainotusvektori käsittää sylinterikohtaiset poikkeamakertoimet, eli säätökertoimet, normaalista polttoainemäärästä. Jos sylinteri siis nakuttaa ja sinne virtaavaa polttoainemäärää on vähennetty 1%:lla, niin sylinterin kerroin vektorissa on alkuperäinen kerroin  $-1$ . Vektori summa on moottorin valmistuksessa tai moottoria käyttöönotettaessa asetettu mahdollisimman lähelle nollaa. Tätä vektorin summa pyritään nyt pitämään nollassa tai lähellä nollaa. Käytännössä vektorin summan arvolle on asetettu tietty liikkumavara. Jatkuvasti nakuttavan sylinterin negatiivinen kerroin aiheuttaa tämän liikkumavaran ylityksen ja ilmaisee samalla tarpeen muuttaa sylinterikohtaisia säätökertoimia. Huomioitavaa on, että vektorin summan tasapainoarvo voi olla myös jokin muu arvo kuin nolla. Nollan käyttö on kuitenkin laskennallisesti edullista.

Kuvion 4 esimerkissä moottorissa on 4 sylinteriä. Käyrät 41, 42, 43 ja 44 kuvaavat sylinterien säätökertoimia (ja samalla sylinterikohtaisesti asetettua polttoainemäärää nopeustehosäätimen polttoainemääräohjausarvosta). Kaikkien sylinterien säätökertoimet ovat tässä esimerkissä aluksi nollia. Ajanjaksolla 1 moottorin ensimmäisen sylinterin nakutussäätö pienentää säätökerrointa  $-1$ :llä, mikä näkyy käyrällä 41. Ajanjaksolla 2 moottorin toisen sylinterin nakutussäätö pienentää säätökerrointa  $-1$ :llä, mikä näkyy käyrällä 42. Nakuttavat sylinterit jatkavat nakutusta ja ajanhetkellä T1 jatkuvasti nakuttavien sylinterien kertoimet muutetaan pysyviksi. Samalla kaikkien sylinterien kertoimia kasvatetaan pysyvästi yhdellä kompensoimaan nakuttavien sylinterien aikaan saama tehonvajaus moottorin tehontuotannossa. Samalla säilytetään sy-

2004-03-12

linterien säätökertoimien välinen tasapaino, joka nyt ottaa lisäksi huomioon nakuttavat sylinterit.

Ajanjaksolla 5 ensimmäinen sylinteri ja kolmas sylinteri alkavat nakuttamaan, mikä näkyy käyrillä 41 ja 43 sylinterikohtaisten nakutussäätöjen reagoimisena. Näiden sylinterien nakutus pahenee ajanjaksolla 6. Ajanhetkellä T2 jatkuvasti nakuttavien ensimmäisen ja kolmannen sylinterin kertoimet muutetaan pysyviksi. Samalla kaikkien sylinterien kertoimia kasvatetaan pysyvästi yhdellä kompensoimaan nakuttavien sylinterien aikaan saama tehonvajausta moottorin tehontuotannossa. Ajanjaksolla 8 ensimmäinen ja kolmas alkavat jälleen nakuttamaan, mihin sylinterikohtaiset nakutussäädöt jälleen reagoivat. Ajanjaksolla 9 toinen sylinteri alkaa nakuttaa, johon nakutussäätö reagoi. Ajanhetkellä T3 jatkuvasti nakuttavien ensimmäisen ja kolmannen sylinterin kertoimet muutetaan pysyviksi ja jälleen kaikkien sylinterien kertoimia kasvatetaan pysyvästi yhdellä kompensoimaan nakuttavien sylinterien aikaan saama tehonvajausta moottorin tehontuotannossa. Tämän jälkeen sylintereissä ei enää esiinny nakutusta ja sylinterejä ohjataan viimeksi asetetuilla ja muistiin laitetuilla toiminta-arvoilla. Kuvio 4 havainnollistaa, miten moottori adaptoituu uuteen tilanteeseen, jos yksi tai useampi sylinteri nakuttaa jatkuvasti.

Kuvio 5 kuvaa vuokaavioesimerkkiä keksinnöllisestä menetelmästä. Vuokaaviossa esitetään menetelmän pääpiirteet. Menetelmässä seurataan 51 sylinterikohtaisesti nakuttaako sylinteri jatkuvasti käyttäen hyväksi sylinterikohtaista nakutuksenestösäätösystemin mittaustietoa. Jatkuvasti nakuttavan sylinterin polttoaineensyöttöä vähennetään pysyvästi 52. Polttoaineensyötön vähennyksen aiheuttama muutos moottorin kokonaistehon tuotossa kompensoidaan 53 lisäämällä polttoaineensyöttöä kaikissa moottorin sylintereissä. Uudet sylinterikohtaiset polttoaineensyöttöarvot tallennetaan 54 ja asetetaan 55 moottorin sylinterikohtaisiksi asetusarvoiksi. Moottorin nopeuden/tehonsäätö hoitaa lopullisen polttoainemäärän ohjauksen moottorin sylintereille.

Jatkuva nakutus todetaan esimerkiksi, kun sylinterikohtaisessa seurannassa lasketaan kuinka monta kertaa tietyn ajan aikana sylinterikohtainen nakutuksenestösäätö joutuu aloittamaan vähintään yhden säätöperiodin kestävän säädön nakuttavan sylinterin polttoainemäärän vähentämiseksi. Sylinterikohtaisen nakutuksenest-

2004-03-12

- tosysteemin säätöperiodi nakutuksen vähentämiseksi on esimerkiksi 5 sekuntia. Esimerkiksi sylinterin polttoainemäärää vähennetään 1 %:lla joka viides sekunti vasteena mittaustiedolle. Kun nakutus lakkaa pyrkii nakutuksenestossysteemi lisäämään polttoainemäärää 1 %:lla joka seitsemäs sekunti, jotta saavutettaisiin sylinterin referenssipolttoainemäärä. Aikaperiodi, jona aikana kertoja lasketaan, on esimerkiksi 20 – 40 minuuttia. Sylinteri määritellään jatkuvasti nakuttavaksi, kun laskennassa saavutetaan tietty määrä kertoja. Tietty määrä voi esimerkiksi olla 15 - 25 kertaa. Sylinterikohtaisen nakutuksenestossysteemin säätöperiodi ja mainitun laskennan aikaperiodi voivat olla kestoaltaan myös muita aikoja kuin edellä mainitut arvot.
- 10 Kompensoinnissa käytetään eräässä keksinnöllisen menetelmän toteutusmuodossa tasapainotusvektoria, joka käsittää sylinterikohtaiset polttoainemääräkertoimet ja jonka vektorin summa pyritään pitämään nollassa tai lähellä nollaa, jolloin jonkin kertoimen pienenemisen vaikutus korvataan jonkin toisen tai useamman kertoimen suurentamisella.
- 15 Jos moottorissa, jossa käytetään keksinnön mukaista menetelmää, on sylinterikohtainen pakokaasun lämpötilan mittaus, niin menetelmä voi lisäksi käsittää vaiheen, jossa vasteena pakokaasun lämpötilan mittaukselle lämpötilan laskiessa tietylle tasolle tai sen alle, lisätään sylinterin polttoainemäärää. Pakokaasun lämpötilan ollessa esimerkiksi 60 astetta keskiarvon alapuolella, polttoainemäärää lisätään 1 %:lla tai muulla sopivaksi katsotulla määrällä.
- 20 Kuvattu menetelmä koskee polttomoottoria, jossa käytetään ensisijaisesti kaasua polttoaineena. Moottorissa, jossa voidaan käyttää polttoaineena kaasun lisäksi kevyttä polttoöljyä, vaihdetaan lisäksi sylinteriin virtaava polttoaine kaasusta polttoöljyyn sylinterin nakuttaessa raskaasti.
- 25 Keksinnöllinen tasapainotusyksikkö 34 on sovitettu suorittamaan keksinnön mukaisen menetelmän, kunkin toteutusmuodon, toimenpiteet, jotka on kuvattu edellä ja vaatimuksissa. Tasapainotusyksikkö on yhdistettävissä sylinterikohtaiseen nakutuksenestossäätösystemiin. Lisäksi jotkut tasapainotusyksikön suoritusmuodot ovat yhdistettävissä myös muihin moottorin säätösystemeihin. On huomioitava, että moottorin säätösystemi voi olla keskitetty tai hajautettu. Esimerkiksi nakutuksenestossä-
- 30

2004-03-12

- tösystemi voi olla erillinen elementti muusta säätösystemistä tai sitten kiinteä osa muuta säätösystemiä. Myös tasapainotusyksikkö voi olla joko erillinen osa tai kiinteä osa moottorin muuta säätösystemiä. Tasapainotusyksikkö voidaan toteuttaa niin, että se on oma fyysinen kokonaisuus, kuten piirikortti, tai sitten ohjelmallisesti, jolloin
- 5 se moottorin säätösystemin muistissa oleva kokonaisuus. Ohjelma voi olla myös tallennettuna erilliselle muistitallennusvälineelle, joka on yhdistettävissä moottorin säätösystemiin ja siis myös nakutuksenestösäätösystemiin. Ohjelma suorittaa keksinnön mukaiset toiminnot, kun sitä ajetaan moottorin säätösystemissä.

- Keksinnön mukaisella menetelmällä ja laitteistolla siis tasataan moottorin teho sylinterien kesken adaptiivisesti, niin että jatkuvasti nakuttavat sylinterit otetaan huomioon. Näin moottori toimii kokonaisuudessaan paremmalla hyötysuhteella kuin aikaisemmissa ratkaisuissa oli mahdollista. Näin myös moottorin kestoikä kasvaa ja huoltotoimenpiteitä voidaan vähentää.
- 10

- Edellä esitettyjen esimerkkien valossa on selvää, että keksinnön mukainen toteutusmuoto voidaan saada aikaa monella eri ratkaisulla. On selvää, että keksintö ei rajoitu pelkästään tässä tekstissä mainittuihin esimerkkeihin vaan se voidaan toteuttaa monilla erilaisilla toteutusmuodoilla keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.
- 15

## Vaatimukset

1. Menetelmä polttomoottorin kuorman tasaamiseksi moottorin sylinterien kesken, missä moottorissa on sylinterikohtainen nakutuksenestosäätösysteemi, **tunnettu** siitä, että menetelmä käsittää vaiheet:

- 5 seurataan sylinterikohtaisesti nakuttaako sylinteri jatkuvasti käyttäen hyväksi sylinterikohtaista nakutuksenestosäätösysteemin mittaustietoa, vähennetään nakuttavan sylinterin polttoaineensyöttöä pysyvästi nakutuksen jatkuessa,

- 10 kompensoidaan mainitun polttoaineensyötön vähennyksen aiheuttama muutos moottorin kokonaistehon tuotossa lisäämällä polttoaineensyöttöä kaikissa moottorin sylintereissä,

tallennetaan uudet sylinterikohtaiset polttoaineensyöttöarvot ja

asetetaan uudet sylinterikohtaiset polttoaineensyöttöarvot moottorin sylinterikohtaisiksi asetusarvoiksi.

- 15 2. Vaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sylinterikohtaisessa seurannassa lasketaan kuinka monta kertaa tietyn ajan aikana sylinterikohtainen nakutuksenestosäätö joutuu aloittamaan vähintään yhden säätöperiodin kestävän säädön nakuttavan sylinterin polttoainemäärän vähentämiseksi.

- 20 3. Vaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että aikaperiodi, jona aikana kertoja lasketaan, on 20 – 40 minuuttia.

4. Vaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että määritellään sylinteri jatkuvasti nakuttavaksi, kun laskennassa saavutetaan tietty määrä kertoja,

5. Vaatimuksen 3 ja 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että laskennassa saavutettava tietty määrä on 15 - 25 kertaa.

- 25 6. Jonkin vaatimuksen 1 - 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kompensoinnissa käytetään tasapainotusvektoria, joka käsittää sylinterikohtaiset polttoainemääräkertoimet ja jonka vektorin summa pyritään pitämään tasapainotusarvossa tai lähellä tasapainotusarvoa, jolloin jonkin kertoimen pienenemisen vaikutus korvataan kaikkien sylinterien kertoimien suurentamisella.

- 30 7. Jonkin vaatimuksen 1 - 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että moottorissa, jossa on sylinterikohtainen pakokaasun lämpötilan mittaus, niin menetelmä voi käsit-

2004-03-12

tää vaiheen, jossa vasteena pakokaasun lämpötilan mittaukselle lämpötilan laskiessa tietylle tasolle tai sen alle, lisätään sylinterin polttoainemäärää.

8. Vaatimuksen 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että pakokaasun lämpötilan ollessa 60 astetta keskiarvon alapuolella, polttoainemäärää lisätään 1 %:lla.

- 5      9. Jonkin vaatimuksen 1 - 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sylinterikohtaisessa nakutuksenestosteemissä vasteena mittaustiedolle sylinterin polttoainemäärää joko vähennetään 1 %:lla joka viides sekunti tai lisätään 1 %:lla joka seitsemäs sekunti.

- 10      10. Jonkin vaatimuksen 1 - 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että polttoaine on kaasua.

11. Vaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että moottorissa, jossa voidaan käyttää polttoaineena kaasun lisäksi kevyttä polttoöljyä, vaihdetaan moottorin käyttämä polttoaine kaasusta polttoöljyyn sylinterin nakuttaessa raskaasti.

- 15      12. Laitteisto polttomoottorin kuorman tasaamiseksi moottorin sylinterien kesken, missä moottorissa on sylinterikohtainen nakutuksenestösäätösysteemi, **tunnettu** siitä, että laitteisto käsittää tasoitusyksikön, joka on yhdistettävissä sylinterikohtaiseen nakutuksenestosteemiin, mikä laitteisto on sovitettu suorittamaan vaatimuksen 1 mukaiset toimenpiteet.

- 20      13. Vaatimuksen 12 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että laitteiston suorittamassa sylinterikohtaisessa seurannassa lasketaan kuinka monta kertaa tietyn ajan aikana sylinterikohtainen nakutuksenestösäätö joutuu aloittamaan vähintään yhden säätöperiodin kestävän säädön nakuttavan sylinterin polttoainemäärän vähentämiseksi.

14. Vaatimuksen 13 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että aikaperiodi, jona aikana kertoja lasketaan, on 20 - 40 minuuttia.

- 25      15. Vaatimuksen 13 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että laitteisto määrittää sylinterin jatkuvasti nakuttavaksi, kun laskennassa saavutetaan tietty määrä kertoja,

16. Vaatimuksen 14 ja 15 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että laskennassa saavutettava tietty määrä on 15 - 25 kertaa.

- 30      17. Jonkin vaatimuksen 12 - 16 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että kompensoinnissa käytetään tasapainotusvektoria, joka käsittää sylinterikohtaiset polttoaine-

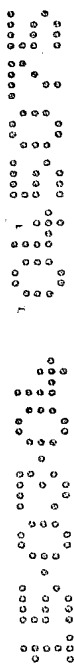
2004-03-12

määräkertoimet ja jonka vektorin summa pyritään pitämään tasapainoarvossa tai lähellä tasapainoarvoa, jolloin jonkin kertoimen pienenemisen vaikutus korvataan kaikkien kertoimien suurentamisella.

5 18. Jonkin vaatimuksen 12 - 17 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että polttoaine on kaasua.

19. Vaatimuksen 18 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että moottorissa, jossa voidaan käyttää polttoaineena kaasun lisäksi polttoöljyä, vaihdetaan moottorin polttoaine kaasusta polttoöljyyn sylinterin nakuttaessa raskaasti.

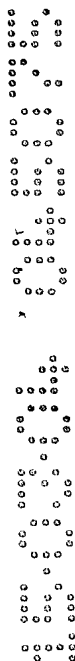
10 20. Polttomoottorin säätösystemiin yhdistettävissä oleva tietokoneohjelma, **tunnettu** siitä, että tietokoneohjelma on sovitettu suorittamaan vaatimuksen 1 mukaiset toimenpiteet tietokoneohjelmaa ajettaessa.



**(57) Tiivistelmä**

Keksintö koskee polttomoottoria, jossa on useampi sylinteri aikaansaamaan tarvittava energia, jota käytetään moottorin suorittamaan työhön. Keksinnössä käytetään sylinterien nakutuksen seuranta kuorman jakamiseksi automaattisesti moottorin sylinterien kesken. Kun yksittäinen sylinteri nakuttaa jatkuvasti, pyrkii sylinterin nakutuksenestösäätö vähentämään sylinteriin tulevan polttoaineen määrää pysyvästi. Polttoainemäärän vähennyksen aiheuttama kokonaistehomäärän lasku kompensoidaan lisäämällä moottorin kaikkiin sylintereihin virtaavan polttoaineen määrää. Säädön aikaansaamat moottorin uudet toiminta-arvot tallennetaan muistiin, ja niitä käytetään myös uusina referenssiarvoina.

(Fig. 3)





L5  
1/2

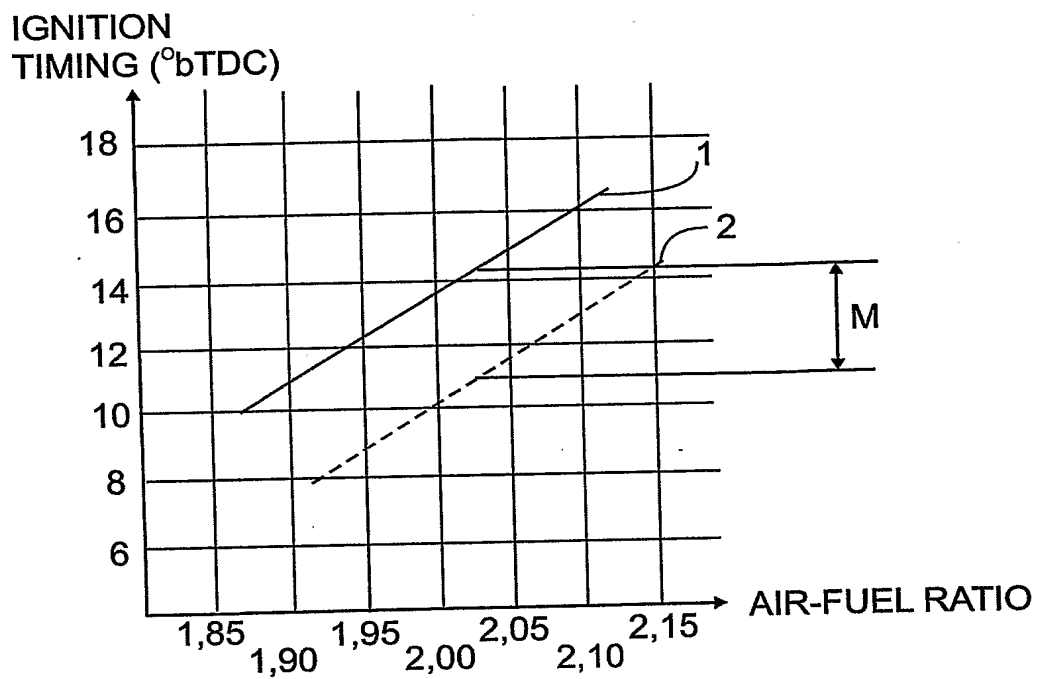


FIG. 1

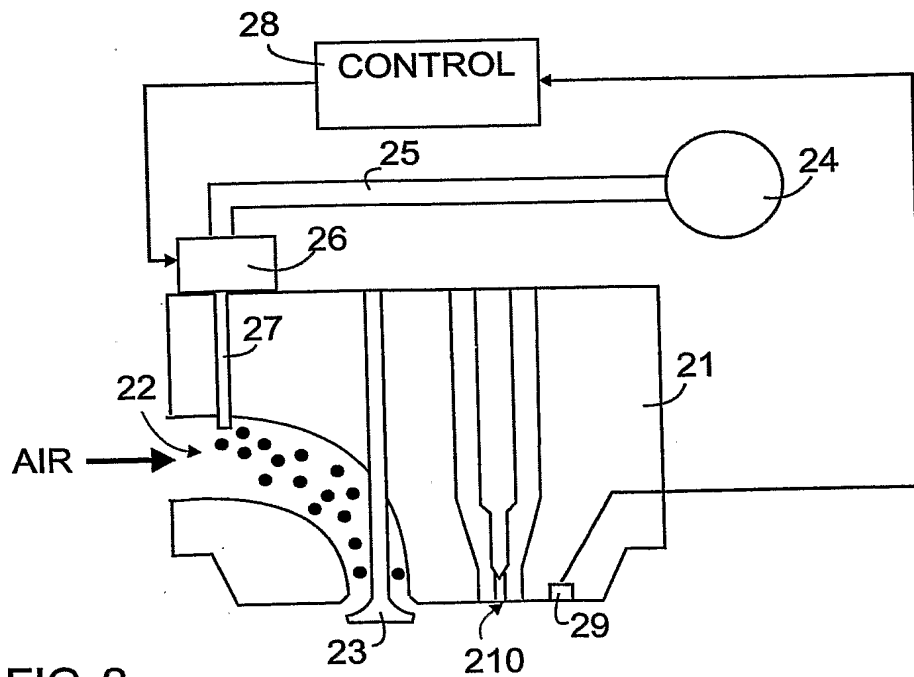


FIG. 2

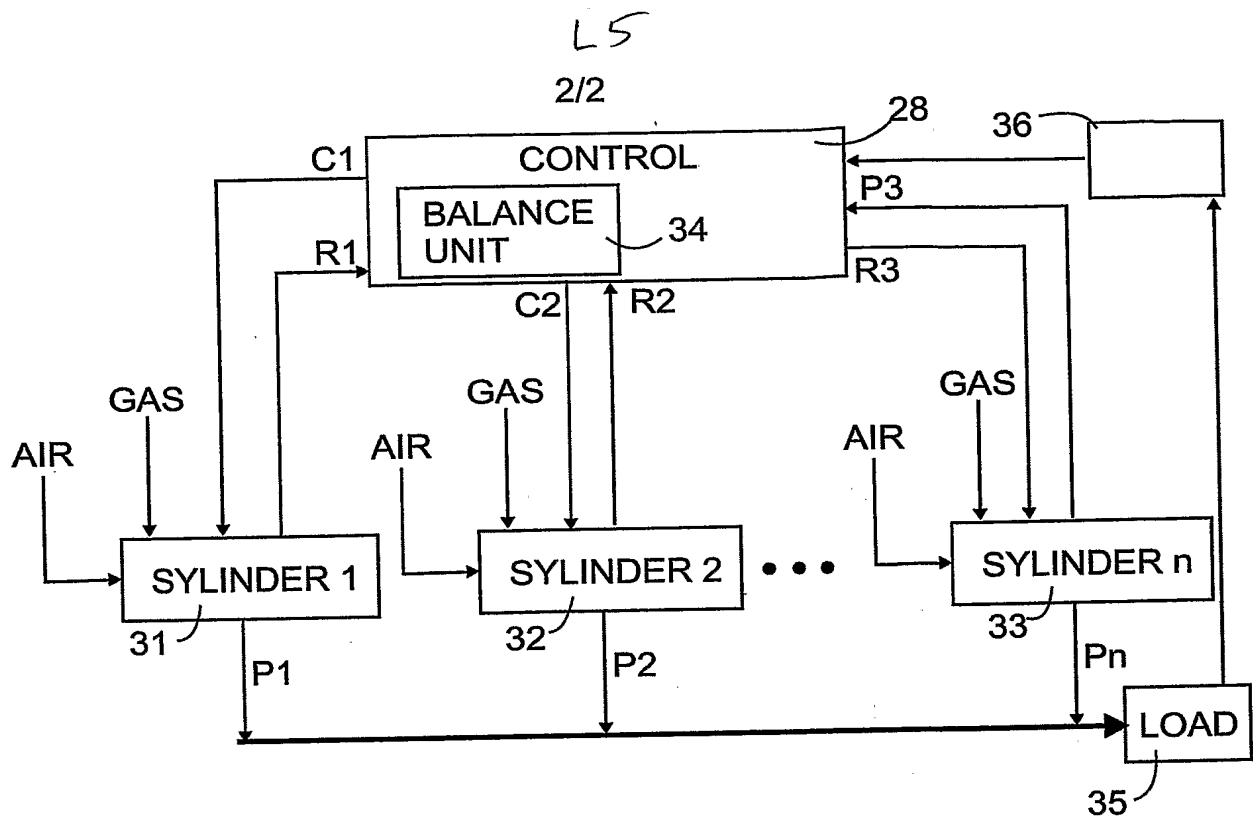


FIG. 3

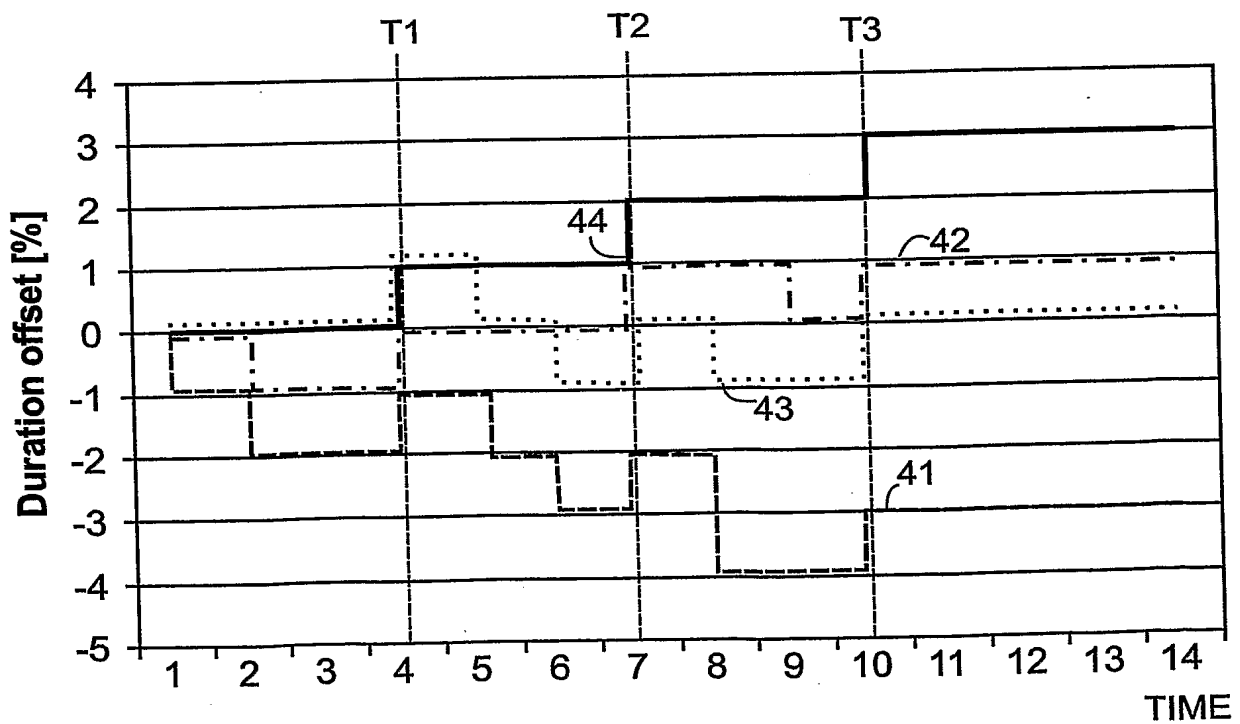


FIG. 4

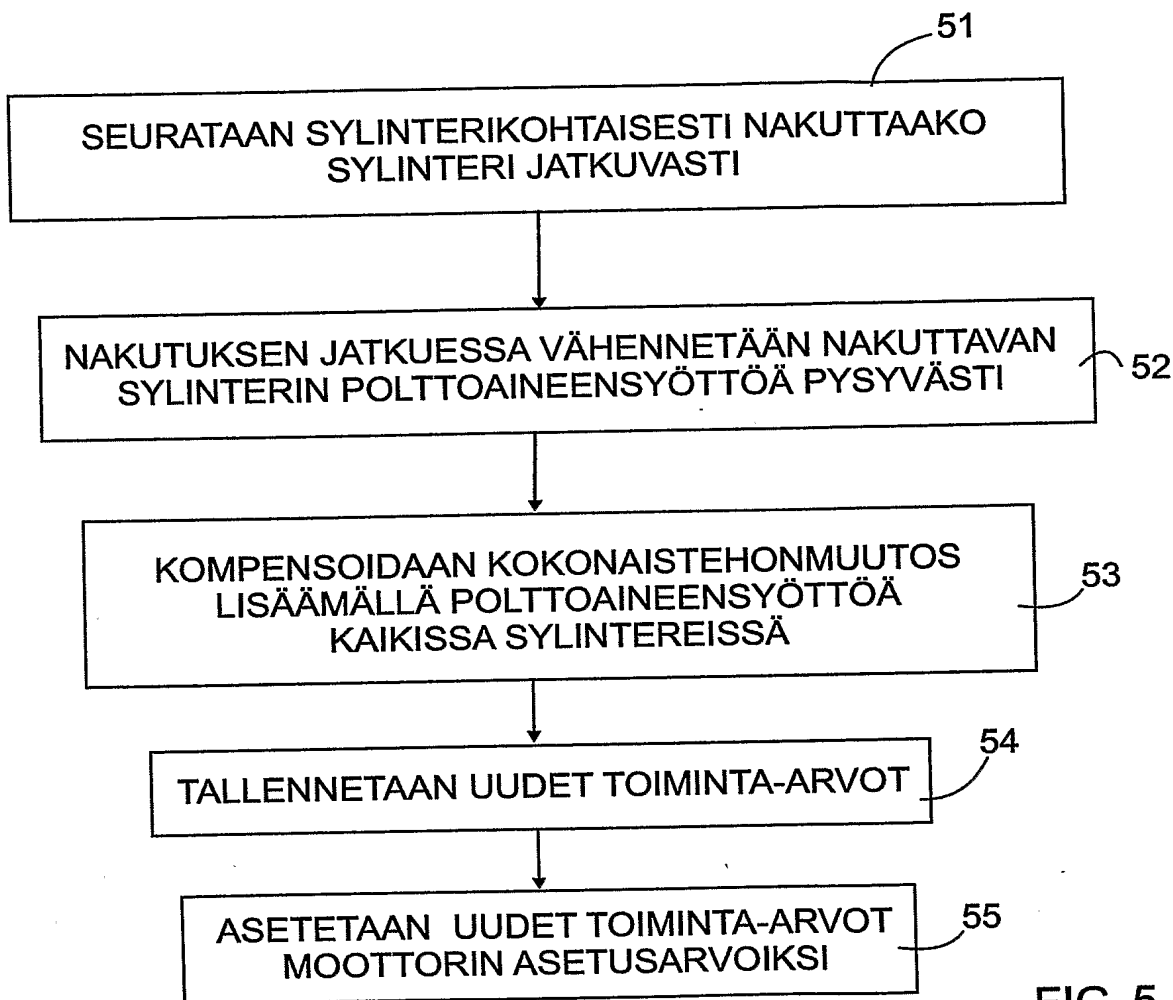


FIG. 5